

Aus der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik
der Klinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Professor Dr. Dr. W. Ketterl

**Vergleichende röntgenologische Untersuchungen
von Diaket- und Guttaperchawurzelfüllungen
an extrahierten Zähnen**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Gunhild Friese
aus Falun

Mainz 1974

1975

Aus der Poliklinik der Zahnerhaltungskunde der
Klinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Professor Dr. Dr. W. Ketterl

Vergleichende röntgenologische Untersuchungen
von Diaket- und Guttaperchawurzelfüllungen
an extrahierten Zähnen

Inauguraldissertation
zur Erlangung der
Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Gunhild Friese
aus Falun

Mainz 1974



Fachbereichsdekan: Professor Dr. Dr. W. Ketterl
Referent: Professor Dr. Dr. W. Ketterl
Korreferent: Professor Dr. K. Fuhr
Tag der mündlichen Prüfung: 26.2.1975

Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung und Problemstellung	1
II.	Die apikale Region	3
III.	Die Vitalexstirpation	9
IV.	Die Wurzelfüllmaterialien	
	a) Diaket	16
	b) Guttapercha	22
	c) im Vergleich	29
V.	Versuchsbeschreibung	32
VI.	Auswertung und Ergebnis	35
VII.	Diskussion des Ergebnisses	49
VIII.	Zusammenfassung	51
IX.	Literaturverzeichnis	53



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554415_0073

I. Einleitung und Problemstellung

Die schmerzlose Funktionstüchtigkeit und das Fehlen eines pathologischen Röntgenbefundes gilt nicht mehr als alleiniges Kriterium einer erfolgreichen Wurzelbehandlung.

Erst die histologische Untersuchung, die zwar im Rahmen der Behandlung nicht möglich ist, gibt definitive Auskunft über den therapeutischen Erfolg; so beinhaltet jede Wurzelbehandlung ein nicht überprüfbares Risiko. Wie wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, läßt sich dieses Risiko klein halten, und man kann mit einer hohen Erfolgsquote rechnen, wenn die Indikation streng eingehalten und die Wurzelbehandlung gewissenhaft und lege artis durchgeführt wird.

Die hohen Ansprüche, die an eine erfolgversprechende Vitalexstirpation gestellt werden, verlangen unter anderem, den Aufbereitungs- und Füllungsgrad im Bereich des physiologischen Foramen apicale zu halten.

Der ursächliche Zusammenhang zwischen dem Füllungsgrad und dem Erfolg der Wurzelbehandlung ist histologisch und röntgenologisch gesichert (1,3,23,43,46,58,68).

Die vorliegende Arbeit vergleicht drei Methoden der Vitalexstirpation, die sich im Aufbereitungsverfahren, nämlich übliche Aufbereitung und Aufbereitung im Sinne der Stufenmeßtechnik nach A. Mayer, und im Wurzelfüllmaterial Diaket und Guttapercha unterscheiden.

An Hand von frisch extrahierten Zähnen sollte unter-

sucht werden, mit welcher der drei Vitalexstirpations-
methoden der optimale Füllungsgrad am physiologischen
Foramen apicale besser eingehalten werden kann.

II. Die apikale Region

Für die Vitalexstirpation ist nicht nur das Wissen um die Anatomie, Physiologie und Pathologie der Pulpa wichtig;

das Interesse konzentriert sich auf den apikalen Bereich, da sich dort die Prognose über den Erfolg der Behandlung entscheidet.

Nach dem Aufbau der Zahnkrone wächst die Hertwigsche Epithelscheide apikalwärts und steckt die Grenzen der Wurzel ab. Die Wurzelbildung erstreckt sich über den Zeitraum des Zahndurchbruchs und endet nach den ersten zwei bis drei Jahren der Gebrauchsphase des Zahnes(45). Da die Dentinproduktion von peripher nach zentral erfolgt, garantiert die breite apikale Basis optimale Vaskularisation zur Bildung der Zahnhartsubstanz.

Mit fortschreitender Ausbildung der Wurzel verringert sich das Lumen des Pulpenkavums und die breite Öffnung nach apikal. Nach Abschluß des Wurzelwachstums, das heißt auch nach Beendigung der Primärdentinbildung stellt das Foramen apikale einen Engpaß dar.

Durch das Auflösen der Hertwigschen Epithelscheide tritt Dentin mit dem Zahnsäckchen in Kontakt. In dem nun von den Zementoblasten gebildeten Zement, welcher das ganze äußere Wurzel-dentin bedeckt, werden die Sharpeyschen Fasern verankert.

An den primären Zement lagert sich besonders apikal

zellhaltiger Zement, Osteozement.

Diese Bildung von Sekundärzement bleibt während der Gebrauchsphase des Zahnes erhalten und wird ähnlich dem Sekundärdentin als "reaktionelles Gewebe" (56) mit der Fähigkeit, Fehl- und Überbelastungen zu kompensieren, angesehen.

Das Resultat der Sekundärzementapposition führt zu einer weiteren Einengung des Foramen apicale, wobei der Zement bis in den apikalen Wurzelkanal hineinreichen kann und bedingt die Differenzierung in einen physiologischen und in einen anatomischen Apex. Diese Entwicklung hält während der Gebrauchsphase des Zahnes mehr oder weniger an (23, 79).

Obwohl der Wurzelkanal der Zahnwurzel im kleinen entspricht, kann seine Form nur in den seltensten Fällen als konisch bezeichnet werden. Neben vielen Einbuchtungen und Unregelmäßigkeiten der Kanalwand münden besonders im apikalen Bereich Seitenkanäle, die zum Teil blind im Dentin enden und zum Teil Verbindung mit dem Desmodont haben.

Der Querschnitt des Wurzelkanals ist nicht rund sondern häufig in mesiodistaler Richtung abgeplattet. Während er im koronalen Teil zentrische Lage hat, weicht die Längsachse in der apikalen Hälfte leicht nach distal ab, um schließlich am Apex sich oft nochmals abzukrümmen (22, 35, 56, 64).

Als physiologisches Foramen apicale wird die engste Stelle der "sanduhrförmigen Einschnürung" (37) des Wurzelkanals bezeichnet, an der sich auch die Dentin-Zementgrenze befindet und das Pulpen- in das Wurzel-

hautgewebe übergeht. Nachkoronal erweitert sich der Wurzelkanal in Form eines umgekehrten Kegels und enthält Pulpengewebe. Die Dentinwände sind zum Teil noch von Sekundärzement bzw. Osteozement bedeckt (37). Vom Foramen apicale apikalwärts ausgehend erweitert sich der angebaute Wurzelzement zum apikalen Delta, dessen Längsachse, wie schon erwähnt, oft im Winkel zur Längsachse des Wurzelkanals liegt. Hier zweigen auch die eventuell vorhandenen Ramifikationen ab (35, 48).

Die Basis des apikalen Deltas wird vom anatomischen Foramen gebildet.

Wie vergleichende röntgenologische und histologische Untersuchungen ergaben, befindet sich das physiologische Foramen apicale einen bis zwei Millimeter vom röntgenologischen Apex entfernt (39, 40, 56, 64).

Dies und die Tatsache, daß das Foramen häufig nicht an der Spitze der Wurzel sondern seitlich verschoben ist, läßt die Schwierigkeit der röntgenologischen Diagnose erkennen (18, 54, 91).

Die Voraussetzung für den Erfolg einer Wurzelbehandlung und auch speziell der Vitalexstirpation ist die Tatsache, daß ein pulpentoter Zahn unter bestimmten Bedingungen toleriert werden kann.

Auch nach dem Verlust der Pulpa besitzt das Parodontium die Fähigkeit, dem Zahn eine physiologische funktionstüchtige Verankerung zu geben (45, 56).

Die Vorstellung über die Reaktion im apikalen Bereich soll im folgenden erörtert werden.

Zum Indikationsgebiet der Vitalexstirpation gehören die akuten Pulpitisformen. Ausgenommen der Pulpitis radicularis, bei der sich das apikale Parodontium im Zustand der Hyperämie bzw. der serösen Entzündung befindet, ist der Periapex am entzündlichen Geschehen der Pulpa noch nicht mitbeteiligt und weist keine pathologischen Veränderungen auf (38,66)

Die im Rahmen der Vitalexstirpation geschaffene Exstirpationswunde setzt einen Reiz, den das apikale Parodontalgewebe mit einer entzündlichen Reaktion beantwortet.

Kommt es zu keiner iatrogenen Irritation oder Infektion, und ist die lokale und allgemeine Reaktionslage nicht geschwächt, kann es zur Wundheilung der Exstirpationswunde kommen; an der Übergangsstelle zur Wurzelfüllung entsteht durch die Tätigkeit der Fibroblasten eine bindegewebige Narbe, die sich schließlich reaktionslos an die Wurzelfüllung anlagern kann.

Auch scheint unter günstigen Bedingungen die Osteozytenbildung nicht beendet zu sein, da man, wie histologische und röntgenologische Untersuchungen es zeigen, Zementappositionen auch nach einer Wurzelbehandlung nachweisen konnte (1,15,40,41,46,54,67,68,92).

Der totale Zementverschluß ist umstritten und nicht eindeutig gesichert (42,45,51,63,65,93).

Wie bei jeder Erkrankung steht die Heilungsfähigkeit in Abhängigkeit von den beiden Größen Menge und Heftigkeit der Noxe einerseits und der Abwehrlage und

-fähigkeit des Organismus andererseits(73).

Auf die Vitalexstirpation angewandt heißt es,neben anderen Vorsichtsmaßnahmen,wzB. aseptischen Kautelen,Anwendung der Röntgenmeßtechnik und dem Vermeiden von geweber reizenden desinfizierenden Einlagen und Wurzelfüllmaterialien, - die Aufbereitung und Füllung des Wurzelkanals am physiologischen Foramen apicale enden zu lassen,um das reaktionsfähige Gewebe des apikalen Deltas vor zusätzlichen Reizen zu schonen(3,13,19,46,56,87,88).

Dieses Vorgehen schafft die günstigen Bedingungen,um die Reparationsleistung der Wundheilung zu vollbringen und um weiterhin die physiologische Funktionsleistung zu gewährleisten.

Die klassische Forderung,die Wurzelfüllung am anatomischen Apex oder eventuell darüber hinaus enden zu lassen,wird heute bis auf wenige Ausnahmen verworfen. Neben der Schwierigkeit,mit den Wurzelkanalinstrumenten der am Apex häufig auftretenden Krümmung zu folgen,gelingt es nicht,im divergierenden apikalen Delta eine wandständige Füllung zu erzielen und die Ramifikationen zu erfassen.

Noch wichtiger ist die Tatsache,daß bei den Manipulationen bis in das apikale Delta das Desmodont verletzt wird und später die Wurzelfüllung einen chronischen Reiz ausübt(25,62,74).

Klinische röntgenologische und histologische Untersuchungen von A. Mayer und W. Ketterl(36,40,43,60) und auch von anderen Autoren(1,3,14,25,26,29,46,

48,50,53,56,68) zeigten, daß sowohl eine Unterfüllung als auch Überfüllung -bezogen auf die Dentin-Zement-grenze- die Erfolgchancen der Vitalexstirpation schmälert.

Die günstigsten Aussichten bietet die Aufbereitung bis zum physiologischen Foramen apicale in ein bis zwei Millimeter Entfernung zum röntgenologischen Apex.

III. Die Vitalexstirpation

Unter Vitalexstirpation versteht man die Entfernung der erkrankten aber noch vitalen Pulpa in lokaler oder Leitungsanästhesie; sie ist die moderne Variante der Mortalexstirpation, welche die Schmerzfreiheit der Behandlung durch eine vorausgehende chemische Devitalisation erzielt.

Im therapeutischen Spektrum liegt die Vitalexstirpation zwischen der Überkappung und der Gangränbehandlung. Die Schwierigkeit, die geeignete Therapie auszuwählen, liegt im oftmals vorhandenen Unterschied zwischen den klinischen Symptomen und dem tatsächlichen Zustand der Pulpa, der nur histologisch exakt erfaßt werden kann.

Um die Erfolgsaussichten der Behandlung nicht schon von vornherein zu schmälern, versucht man durch Watterollen, Zungenhalter und durch das Anlegen von Cofferdam zu verhindern, daß während der Vitalexstirpation zusätzlich Keime über den Speichel in den Wurzelkanal gebracht werden. Die Arbeit mit nur sterilen Instrumenten dient gleichem Zweck.

Röntgenologische Nachkontrollen an vitalexstirpierten Zähnen von B. Engström(14) zeigen, daß eine Infektion des Wurzelkanals zum Zeitpunkt des Füllens zu einer statistisch gesicherten, schlechteren Prognose führt.

Beim Entfernen von Schmelz und Dentin ist darauf zu achten, daß ein übersichtliches Arbeitsgebiet entsteht.

"Wenn es schon unmöglich ist, im Wurzelkanal selbst

unter Sicht zu arbeiten, so muß doch der Weg zu den Kanaleingängen geradlinig und leicht zu erreichen sein und übersichtlich vorliegen"(45).

Bevor man das Pulpenkavum mit einem Rosenbohrer eröffnet und darauf den Zugang mit einem Fissurenbohrer erweitert, wird die Kavität und die Zahnkrone desinfiziert.

Nun soll die Pulpa möglichst als ganzes entfernt werden. Eine Exstirpationsnadel wird bis zum ersten Widerstand in den Kanal eingeführt. Nach einer halben Drehung kann das Instrument mit Pulpa entfernt werden. Obwohl eine Exstirpationsnadel dazu das übliche Instrument ist, glaubt K. Buth (9) nach seinen histologischen Untersuchungen, mit einer modifizierten Hedströmeile eine glattere Wunde erzielen zu können, als dies mit anderen Instrumenten der Fall ist.

"Den Periapex durchstoßende Wurzelkanalinstrumente verursachen mehr Periapikale Entzündungsprozesse als aus dem Wurzelkanal oder dem Zahnhalteapparat eingewanderte Bakterien"(57).

Um dieser zusätzlichen und unnötigen Irritation vorzubeugen, wird eine Röntgenmeßaufnahme angefertigt. Das Prinzip der in der Literatur angegebenen Methoden ist überall das gleiche: Ein Wurzelinstrument wird in den Wurzelkanal eingeführt und der Grad der Eindringtiefe durch eine Wachsmarkierung, Gummischeibe, Messeinteilung auf dem Instrument oder am Griff festgehalten. Die Röntgenaufnahme läßt erkennen, wieviel Millimeter bis zum Apex noch fehlen. Diese fehlenden Millimeter plus der vorher festgestellten Eindringtiefe ergeben die Länge des Wurzelkanals. Um nicht schon bei der Röntgenmeßaufnahme den Apex zu durchstoßen - wenn beim

Einführen des Instrumentes ein Widerstand ausbleibt hat M.Schug-Kösters (79) maximale Eindringtiefen angegeben, die gemessen von der Zahnkrone zwischen 17 und 20 Millimeter für die einzelnen Zähne schwanken.

Bei der nun folgenden Aufbereitung des Wurzelkanals werden unterschiedliche Instrumente und Techniken empfohlen. Allen gemeinsam ist das Ziel, den Kanal geradlinig zu erweitern, um noch verbliebene Pulpengewebe zu entfernen. Außerdem lassen sich ungenügend erweiterte Kanäle schlecht abfüllen, wobei zusätzlich die rauhe Oberfläche der Kanalwand zu einem schlechten Randschluß der Wurzelfüllung führt. (21)

Da die Indikation zur Vitalexstirpation bereits berücksichtigt, daß das den Wurzelkanal umgebende Dentin nicht infiziert ist, braucht dieses Problem im Gegensatz zur Gangränbehandlung auch nicht berücksichtigt zu werden.

Wie schon im Kapitel "Die apikale Region" auf Seite 7 erörtert wurde, haben A.Mayer und W.Ketterl empfohlen, die Wurzelfüllung ein bis zwei Millimeter vor dem röntgenologischen Apex enden zu lassen. Diese von vielen Autoren übernommene Forderung bietet, wie W.Ketterl (45) formuliert, folgende Vorteile: "damit wird

1. ein apikales Delta bewußt aus der Behandlung ausgeschaltet; ,
2. die Übergangsstelle zum Weichgewebe an den histologisch günstigsten Ort vorlegt;
3. die Wurzelhaut weder mechanisch noch chemisch irritiert,
4. die technische Durchführung der Vitalexstirpation

erleichtert;

5. Unsicherheiten der Kanallängenmessungen ... wirken sich infolge der Spanne 1-2 mm nicht ungünstig aus."

Die verschiedenen Wurzelkanalinstrumente arbeiten nach dem Prinzip von Bohren, Feilen und Raspeln. Der Einsatz von maschinell betriebenen Instrumenten kann leider nicht generell befürwortet werden, da die Anwendung sich auf relativ gerade und schon vorgearbeitete Kanäle beschränkt. Außerdem fällt das sichere Feingefühl der Hand bei ihrem Geräusch weg.

Nach der Freilegung des Pulpenkavums werden die Wurzelkanaleingänge mittels eines Gate-Bohrers erweitert und anschließend die Pulpen exstipiert.

Um den Kanal gängig zu machen, arbeitet man sich mit Kerr-Handbohrern in der Reihenfolge ihrer Stärke von Nr. 1 bis 6 vor. Unter leichtem Druck werden sie in den Kanal eingeführt und schon nach wenigen Umdrehungen wieder herausgenommen, um die Dentinspäne herauszubringen. Ist der Kanal so durch Kerr-Handbohrer aufbereitet, wird mit Hilfe von Rattenschwanz- und Hedströmfeilen der Kanal erweitert.

H.G.Fromme, R.Guttzeit und H.Riedel (21) fanden im Gegensatz zu früheren Untersuchungen heraus, daß Hedströmfeilen stark aufräumen, während Rattenschwanzfeilen glätten, wobei jedoch beide sehr effektiv arbeiten.

Als Beispiel für die Vielzahl der Aufbereitungsverfahren soll Y.Shoji (81) erwähnt werden, der die abwechselnde Anwendung von Kerr-Handbohrern mit Hedströmfeilen in jeder Größe empfiehlt.

Den verschiedenen üblichen Aufbereitungsverfahren ist

gemeinsam, daß der Wurzelkanal konisch präpariert wird und apikal der aufbereitete Teil des Kanals mehr oder weniger stufenlos in den nicht aufbereiteten Teil übergeht.

Durch A.Mayer wurde eine neue Technik entwickelt, die zusammen mit W.Ketterl durch langjährige klinische Praxis vervollkommenet wurde, die Stufenmeßtechnik. Sie unterscheidet sich vom üblichen Verfahren dadurch, daß der konisch präparierte Wurzelkanal im letzten apikalen Bereich zylinderförmig gestaltet wird. So endet der aufbereitete Wurzelkanal abrupt mit einer Stufe am Foramen apicale.

Das praktische Vorgehen wird im folgenden beschrieben:

Nach der Röntgenmeßaufnahme wird die Stelle festgelegt, die als Stufe das apikale Ende der Wurzelfüllung darstellen soll. Sie liegt ein bis zwei Millimeter vom röntgenologischen Apex entfernt. Der Wurzelkanal wird wie beschrieben bis auf einen Millimeter an die geplante Stufe aufbereitet. Anschließend wählt man einen Querschnittsbohrer in gerade der bestimmten Stärke, die ihn drei Millimeter vor der geplanten Stufe angreifen läßt. Unter vorsichtigen Drehbewegungen wird er bis zur bestimmten Aufbereitungsgrenze vorgearbeitet, wobei er diesen letzten Teil des Wurzelkanals zylinderförmig gestaltet und außerdem Dentinspäne vor sich hertreibt.

Dem Vordringen des Lentulos und auch dem des Wurzelfüllmaterials wird so an der Stufe ein größerer Widerstand entgegengesetzt, als dies bei üblicher konischer Präparation möglich ist. Die verdichteten

Dentinspäne, die im unbearbeiteten Wurzelkanal liegen, erhöhen um ein weiteres den Widerstand gegen das vordringende Füllmaterial. Neben ihrer mechanischen Bedeutung wird durch sie eine biologische Barriere geschaffen. So wird der problematische Kontakt zwischen Wurzelfüllmaterial und Wurzelhaut verringert und mithin das Problem der Materialverträglichkeit, denn aus den Zellkulturversuchen von K.Keresztesi und G.Kellner (34) geht eindeutig die Wechselbeziehung zwischen der Quantität der einwirkenden Substanz und dem Ausmaß der Zellschädigung hervor.

Eine ähnliche Präparationstechnik ist von J.-M. Laurichesse und J.-P.Santoro (56) entwickelt worden. Sie vermeidet ebenfalls den üblichen glatten, stufenlosen Übergang zwischen dem präparierten Konus und dem Bereich des Foramen apicale. Der aufbereitete Wurzelkanal verjüngt sich bei dieser Methode im letzten Millimeter sehr stark. Während der Winkel bei der Stufenmeßtechnik rechtwinklig ist, beträgt er beim "Endkonus" etwa 150 Grad. Die Methode ist ebenfalls eine Weiterentwicklung der normalen Aufbereitung, verspricht aber nicht den vollen Vorteil gegenüber der Stufenmeßtechnik.

Die Wurzelfüllung stellt den Abschluß der Behandlung dar. In der Literatur werden viele unterschiedliche Methoden empfohlen.

Zur Vitalaxstirpation, die auf die Integrität der Wurzelhaut achtet, eignen sich nur gewebsfreundliche Materialien, die kein Desinfiziens enthalten. So scheiden zB. N_2 und Riblerpaste wegen ihrer aggressiven

Wirkung aus(7).

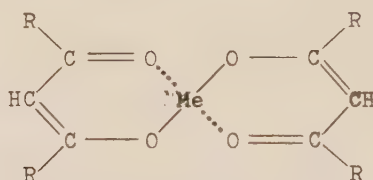
Auch sind die verschiedenen Wurzelzemente wegen ihrer Porosität und schlechten Wandständigkeit abzulehnen(4). Verwendung finden die Wurzelfüllmaterialien auf Kunststoffbasis wie Diaket und AH 26, Guttapercha als Brei oder Stift und Silberstifte.

IVa. Diaket

Von der Firma Espe wurde Anfang der fünfziger Jahre auf Kunstharzbasis ein neues Wurzelfüllmaterial entwickelt, Diaket.

Bei der chemischen Reaktion, die man durch Anspateln des Pulvers mit Flüssigkeit auslöst, reagieren basische Salze (nach Angabe von H.M.Rappaport u.a.(71): Zinkoxyd und Wismutphosphat) mit neutralen organischen Verbindungen, die zu den Polyketonen gehören. (88).

Es entsteht eine zyklische Keto-Komplex-Verbindung mit folgender Strukturformel:



Ihr Charakteristikum ist die homöopolare Bindung des Metalls, die bewirkt, daß Diaket nur in speziellen Lösungsmitteln wie Aceton, Chloroform und dem der Packung beigelegten Dialytt löslich ist. (13, 16)

Die durch die chemische Struktur bedingte Wasserlöslichkeit wurde von G.Hertwig (31) experimentell untersucht, wobei er Diaketkörper für 7 Tage in Wasser lagerte. Sein Ergebnis stimmt mit G.Boeckmann (5) und Anderen (32, 89) überein: Diaket erwies sich als

praktisch wasserunlöslich und zeigte sogar eine geringe Wasseraufnahmefähigkeit. T.L.Higginbotham (32) fand eine zwar minimale, aber doch geringe vergrößerte Wasserlöslichkeit für Diaket in sauren Milieu, die aber nicht statistisch signifikant war.

Erweist sich erhärtetes Diaket als wasserbeständig, so ist sein Verhalten während des Abbindens besonders zu betonen ,denn :

"Während der Abbindung vermag Diaket 3% seines Gewichtes an Feuchtigkeit aufnehmen, ohne dadurch seine guten mechanischen Eigenschaften zu verlieren" (36)

Nach 22,5 Minuten ist Diaket hart (32), erreicht aber seine Fndhärte erst nach 3 bis 4 Stunden (36 69).

Diaket gehört zu den nicht porösen Materialien (8,13 87) wie es z.B. die Untersuchungen von G.Boeckmann u.a- (4) zeigen. Allerdings kann unsachgemäßes Abfüllen zu Lufteinschlüssen verschiedener Größe führen, die besonders dann den Erfolg einer Wurzelbehandlung in Frage stellen, wenn sie groß sind und das apicale Ende ausfüllen (90). Diese Gefahr läßt sich jedoch vermeiden, wenn die Gebrauchsanweisung beachtet wird : Entsprechend dem Lumen des aufbereiteten Kanals wird ein möglichst großer Lentulo gewählt und zum ersten Füllen nur wenig und nur an der Spitze mit Diaket beschickt. Er wird bis zur Aufbereitungsgrenze in den Kanal eingebracht und erst dann langsam laufen gelassen (16) .Bei den anschließenden Füllvorgängen geht man entsprechend dem jeweiligen Füllungsgrad nicht mehr so tief und ohne Druck ein.

Diaket wird als ein volumenkonstantes Material angesehen(13,36,87,90). Während des Abbinde- und Aushärtungsprozesses konnten J.Scheufele (77) und R.Rottke (76) bei ihren Versuchen lediglich minimale Volumenschwankungen nachweisen.

Die Wandständigkeit von Diaket wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt. Nach Untersuchungen mit Glasröhrchen bezeichnete G.Boeckmann (6) u.a. (10, 31,52) Diaket als ausreichend bzw. nur teilweise wandständig,wobei die Aussagekraft durch den Versuchsaufbau, die Verwendung von Glasröhrchen, beschränkt ist. Wurden die Versuche an gefüllten Wurzelkanälen durchgeführt, erwies sich Diaket als ein dichtes und wandständiges Material (31,84,95). An Hand von Raster-elektronenmikroskopaufnahmen bestätigte G.Fromme u.a. (22), daß Diaket zu einem spaltenfreien und dichten Verschuß führt.

Obwohl Tier- und klinische Versuche erst ein abschließendes Urteil erlauben, bringt die Beurteilung der Gewebsverträglichkeit an Zellkulturen differenzierte Ergebnisse, da unkontrollierbare Faktoren weitgehend ausgeschaltet werden können. In K.Keresztesi und G.Kellners (34) quantitativen Zellkulturversuchen zeigten alle geprüften (gängigen) Wurzelfüllmaterialien anfänglich zellschädigende Wirkung. Diaket gehörte allerdings zu den Materialien, deren Toxizität nach einer gewissen Konzentrationsherabsetzung von den Zellen beherrscht werden konnte. Bei Zell- und Tierversuchen kamen A.Branzi u.a. (7) zu ähnlichen Ergebnissen. Das Gewebe reagiert auf Diaket mit einer starken und raschen Reizwirkung, die zeitlich begrenzt

ist.

Im Tierversuch werden die Abwehrreaktionen des lebenden Gewebes und die verdünnende Wirkung des Lymphstromes mit berücksichtigt.

Die Versuche verschiedener Autoren(10,28,47,49,78) mit Ratten,unabhängig ob das Material in den Zähnen, im Muskel,subcutan oder zwischen Masseter und Knochen eingepflanzt wurde,zeigten ebenfalls eine zeitlich begrenzte Reizwirkung auf Diaket.Bei Untersuchungen an Kaninchenmuskelgewebe und -bindegewebe zeigte sich von vornherein eine gute Verträglichkeit auf Diaket (77,35).

Den angeführten Zellkultur- und Tierversuchen über die Gewebsverträglichkeit des Diakets sollen nun die Ergebnisse der klinischen röntgenologischen und histologischen Untersuchungen folgen.

Während einer mehrjährigen Beobachtungszeit kontrollierten A.Mayer und W.Ketterl(45,60,61) 542 vitalexstirpierte und mit Diaket gefüllte Zähne.Bei den im Sinne der Stufenmeßtechnik gelungenen Wurzelfüllungen ergab sich nach zwei Jahren eine röntgenologische Erfolgsquote von 90,4%.

Unter gleichen Bedingungen findet F.Paul(68) bei 70 Zähnen nach einem Jahr röntgenologisch zu 88,6 % keine pathologischen apikalen Veränderungen.

E.Fricke(20) verwendete Diaket zur Wurzelfüllung mit anschließender Wurzelspitzenresektion mit einer röntgenologischen und klinischen Erfolgsquote von 98 %.

Den eingangs erwähnten röntgenologischen Untersuchungen von A.Mayer und W.Ketterl zeigen zudem,daß die Hälfte der nach neun Monaten diagnostizierten patho-

logischen apikalen Befunde nach vier Jahren ausgeheilt waren. Einer dieser Fälle, den die Autoren histologisch untersuchen konnten, bestätigte das Fehlen jeglicher Entzündungserscheinungen. Die guten Resultate führen die Autoren auf die Stufenmeßtechnik und auf die Gewebsverträglichkeit des Diakets zurück.

Der Zeitraum zwischen der Wurzelbehandlung und der histologischen Untersuchung dieser Zähne erstreckte sich bis zu zehn Jahren (37,40). Die nach jeder Vitalexstirpation und Füllung mit Diaket sich einstellende entzündliche Reaktion beschränkte sich in über der Hälfte der Fälle auf das verbleibende Weichgewebe im Wurzelkanal. An Hand der Zähne, bei denen die Füllung im Bereich von 0,8 und 0,9 gelungen war, konnte W.Ketterl in über 70% der Fälle keine Entzündungserscheinungen am Perapex und im Weichgewebe des Wurzelkanals nachweisen.

Völlig reaktionsloses, entzündungsfreies Bindegewebe konnte auch von R.Waechter und L.Stockinger (92) nachgewiesen werden.

Wie die vergleichende Untersuchung von W.Ketterl aus dem Jahre 1965 (41,44) zeigt, sind die oben erwähnten guten Ergebnisse nur zum Teil auf die Dentinbarriere der Stufenmeßtechnik zurückzuführen. Trotz einer apikalen Dentinbarriere führten die Vergleichswurzelfüllmaterialien, N₂ und Diaket A in der Regel zu Nekrosen bzw. chronisch entzündetem Gewebe, während bei Diaket ausgereiftes Bindegewebe vorlag.

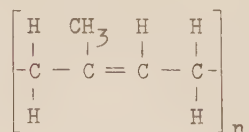
Auch wenn Diaket über das Foramen apicale gepreßt wurde, war der Erfolg der Behandlung nicht ausgeschlossen. Klinisch wurden im Anschluß an die Überfüllung starke Klopfempfindlichkeit und Nachschmerzen festgestellt, die jedoch im Laufe einer Woche ohne Behandlung wieder abklangen. Während einer drei bis fünfjährigen Kontrollzeit beobachtete W. Ketterl (36) eine stetige Verkleinerung des übergestopften Materials. Schließlich war bei 38 von 41 Zähnen Diaket nicht mehr röntgenologisch nachweisbar. Auch E. Paul (68) konnte nach einer kürzeren Kontrollzeit röntgenologisch die Verkleinerung des übergepreßten Diakets nachweisen.

IIIb. Guttapercha

Das Wort "Guttapercha" ist dem Malaiischen entlehnt und bezeichnet den eingedickten Saft einiger Bäume und Sträucher auf Sumatra, Java und dem südlichen Ostindien; hauptsächlich handelt es sich um die Arten *Palaquium gutta* und *oblongifolia*(33,75)

Erst nach Reinigung der Rohguttapercha unter anderem durch Kochen und Waschen erhält man das reine Produkt.

Chemisch steht die Guttapercha dem Kautschuk nahe und hat als Isomer des Polyisoprens folgende Strukturformel:



Je nach Verwendungszweck sind der im Handel angebotenen Guttapercha Zusätze beigelegt.

Während die als provisorisches Verschlussmittel gedachte Guttapercha unter anderem Quarzmehl und Schlammkreide enthält(33), soll bei den von der Firma De Trey zur Kurzelfüllung angebotenen Guttaperchaspitzen Zinkoxid die Formbarkeit und die Röntgenopazität erhöhen und den Wärmeausdehnungskoeffizienten verringern. Durch die Beimengung von Wachsen wird der Erweichungspunkt herabgesetzt(12).

Bei Zimmertemperatur ist Guttapercha unelastisch und hart; sie wird ab 50 Grad weich und knetbar, um schließlich bei weiterer Erwärmung unter teilweiser Zerset-

zung zu schmelzen(72).Für die Guttaperchaspitzen gelten niedrigere Temperaturbereiche(22).

Nur in Kohlenwasserstoffen wie Chloroform, Benzin und Benzol ist Guttapercha sehr gut löslich, dagegen schwer löslich bzw. unlöslich in polaren Lösungsmitteln wie Säuren, Alkohol und Wasser(12, 72, 75).

Diese oft beschriebenen Eigenschaft der Feuchtigkeitsunlöslichkeit(23, 25, 27) wird von T.L.Higginbotham(32) eingeschränkt. Er fand nach einer Woche für Chloropercha eine geringe Löslichkeit von 0,72 %. Um die Wandständigkeit zu prüfen, unternahm H.Heuser an Guttaperchaspitzen Quellversuche. Er stellte dabei fest, "daß die Guttaperchaspitzen eine sehr geringe Quellbarkeit aufweisen, daß das Material jedoch nicht für Fiweißmoleküle permeabel und daher nicht fäulnisfähig ist"(30).

L.I.Grossmann unterstützt diese Feststellung(22), da, wie er sagt, Guttapercha keine desinfizierende Wirkung besitzt, aber auch nicht das Wachstum von Bakterien unterstützt.

Die Volumenkonstanz der Guttapercha bzw. der Guttaperchastifte wird allgemein bestätigt(21, 22, 24, 25, 30) Das Material wird nicht angemischt, es erhärtet nicht und es finden keine chemischen Umsetzungen statt.

Die Aussage aber, daß die Guttaperchafüllung zu den soliden Wurzelfüllmaterialien gehört, gilt nur cum grano salis, denn es gibt zahlreiche Kombinationen mit anderen Materialien, die die Konsistenz und damit auch die Eigenschaften verändern.

"Der Zweck aller dieser Kombinationen ist es, den

Hauptteil des Wurzelkanals mit einem soliden Mittel, den Rest - einschließlich der Seitenkanäle und Einbuchtungen der Kanalwand - mit einem anschmiegsameren Material zu füllen."(25)

Es war in dieser Untersuchung nicht beabsichtigt, die verschiedenen Modifikationen der Guttaperchawurzelfüllung gegeneinander zu werten, da von vornherein die in Schweden übliche seitliche Verdichtungsmethode mit oberflächlicher Chloroformerweichung der Diaketwurzelfüllung gegenübergestellt werden sollte.

(Unabhängig von dieser Festlegung scheint die seitliche Verdichtungsmethode auch mehr Erfolg erwarten zu lassen(80).

Da Unterschiede bestehen, je nachdem Guttapercha zur Wurzelfüllung angewandt wurde, sollen im folgenden einige Methoden kurz besprochen werden.

Löst man - im Sinne der Chloroperchamethode - Guttapercha in Chloroform auf, so dient der entstandene Brei als Füllungsmaterial. Nach dem Einfüllen mittels Lentulos verdunstet Chloroform und führt durch die Schrumpfung des Guttaperchas zu mangelnder Wandständigkeit(24). Nach Mc Flroy(22) beträgt der Volumenverlust von Chloropercha noch 7,5 %, auch wenn zusätzliche Guttaperchaspitzen hinzugefügt wurden.

Bei der Einzelstiftmethode wird ein dem Lumen und der Länge des Kanals entsprechender Stift ausgewählt und zurechtgeschnitten, der dann mit Zementen, Zinkoxid oder Chloropercha festgesetzt wird.

Verwendet man nicht dazu spezielle Guttaperchastifte, die auf die Form der Kanalinstrumente abgestimmt sein

müssen, sind die üblichen Guttaperchaspitzen oft zu konisch, um dem Wurzelkanal anzuliegen. Weiterhin besteht die begründete Gefahr, daß der Stift beim Einsetzen das Befestigungsmaterial in Stempelwirkung vor sich herschiebt, und am Foramen apicale praktisch nur noch Zement oder Chloropercha ist, so daß es leicht zur Randspaltbildung kommt(30).

Eine schwierige Methode ist das Abfüllen mit erwärmten Guttaperchaspitzen mittels kalter Wurzelkanalstopfer(24). L.I. Grossmann empfiehlt zuerst das apikale Ende und anschließend den übrigen kanal in Ftappen zu füllen. Trotzdem gelingt es nicht immer, die weiche, klebrige Spitze bis zum Apex zu bringen, und die Übergänge der einzelnen Ftappen dicht zu bekommen.

Bei dem Prinzip der seitlichen Verdichtungsmethode achtet man beim ersten Guttaperchastift auf den exakten und festen apikalen Sitz. Nach dem Finpassen in den Wurzelkanal wird die Eindringtiefe durch eine Röntgenaufnahme kontrolliert. Unter Verzicht auf ein zusätzliches Befestigungsmaterial wird der Guttaperchastift oberflächlich durch Chloroform angelöst, um Klebekraft zu erzielen und vor allen Dingen um durch die erweichte Oberfläche ein besseres Adaptieren zu ermöglichen. Nachdem der erste Stift das Foramen apicale verschlossen hat, werden mittels sondenähnlicher Instrumente, Wurzelkanalstopfer, nach strenger seitlicher Kondensation - um nicht überzustopfen - weitere Stifte nachgeschoben und kondensiert. In dieser Weise verfährt man, bis das ganze Lumen verschlossen ist. Durch die seitliche Kondensation soll

die geringe durch das verdunstete Chloroform bedingte Schrumpfung ausgeglichen werden und die Wandständigkeit gewährleistet bleiben.

In diesem Zusammenhang ist die Arbeit von S. Seltzer und anderen (30) erwähnenswert, die feststellt, daß der Erfolg einer Guttaperchawurzelfüllung sehr von der Methode abhängt und die seitliche Kondensationsmethode mehr Erfolg erwarten läßt als die Einzelstiftmethode.

Aufwendige Untersuchungen über die Wandständigkeit mit Hilfe der Blasenabreißdruckmethode von H. Heuser (30) bestätigen, daß bei der Verwendung von Guttaperchastiften, die mit Chloroform benetzt wurden, der Randspalt halb so groß ist als z.B. bei Phosphatzeimentfüllungen oder bei der Kombination von Chloroperchabrei mit Guttaperchastiften.

Weitere Untersuchungen von G. Haedke (27) erbrachten ein Ergebnis, welches die allgemeine Ansicht der guten Wandständigkeit von Guttaperchafüllungen im Detail korrigiert. Er überprüfte die Wandständigkeit von Guttaperchastift-wurzelfüllungen mit Hilfe von radioaktivem Phosphor. Dabei ergab sich, daß die Füllungen von koronal bis zur Mitte der Wurzel eine sehr geringe Durchlässigkeit zeigten, während sie im Bereich des apikalen Drittels einen hermetischen Abschluß erbrachten.

Schließlich soll noch erwähnt sein, daß nach Meinung von T. Daszkiewicz (11) die Wandständigkeit der Guttaperchawurzelfüllung sich durch Zugabe von Kolophonium zum Chloroform erhöhen läßt. Dies bestätigt auch G. Fromme (21). Außerdem konnte er einen guten Randschluß

für Füllungen mit Aptalharzchloropercha mit Guttaperchaspitzen nachweisen.

In der Literatur wird Guttapercha als indifferentes Material angesehen, das durch seine gute Gewebsverträglichkeit gekennzeichnet ist (2, 26, 27, 35, 70, 74, 86).

H. Maizumi und E. Sauerwein (59) untersuchten den Einfluß von verschiedenen Wurzelfüllmaterialien auf Gewebekulturen und stellten fest, daß Guttapercha im Vergleich zu anderen Materialien nicht toxisch wirkte, sondern nach Calxyl sich am gewebefreundlichsten zeigte. Die gefundene wachstumsindifferente Eigenschaft muß um so höher bewertet werden, da die Autoren Chloropercha und Aptalharzchloropercha verwandten, das einen relativ hohen Anteil an Chloroform hat. Auch L. Spangberg (82) kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Mit Hilfe der direkten Warburg-Methode untersuchte er die Hemmung der O_2 -Aufnahme in den HeLa-Zellen durch Diaket, Chloropercha und Guttapercha; deutlich ging die geringste Hemmung von Guttapercha aus. Außerdem bestimmte er den toxischen Effekt wasserlöslicher Komponenten verschiedener Wurzelfüllmaterialien auf HeLa-Zellen (83). Nur Guttapercha und Chloropercha zeigten geringe toxische Wirkung.

Neben Zellkulturversuchen sind auch Tierversuche unternommen worden, die ebenfalls die Gewebsfreundlichkeit der Guttapercha bestätigen. H. Heuser (30) pflanzte Guttapercha- und Kunstharzspitzen in die Markhöhle der Meerschweinchen tibia. Bei der Kontrolle nach 14 Tagen konnte bei Guttapercha keine chronische Entzündung nachgewiesen werden; nach 10 Wochen hatte der Knochen mit Neubildung reagiert.

Statt histologischer Untersuchungen werteten B.Lanz und P.A.Persson(54) Röntgenbilder von Zähnen aus, deren Wurzelkanäle sie perforiert und mit verschiedenen Wurzelfüllmaterialien gefüllt hatten. Guttapercha erwies sich als sehr gewebsfreundlich und es konnten keine Knochendestruktionen festgestellt werden. B.C.W. Barker und B.C.Lockett(2) kommen bei ähnlichen Versuchen zu gleichem histologischen Ergebnis.

A.Gunzenhäuser(25) untersuchte klinisch und röntgenologisch 196 Guttaperchawurzelfüllungen, die im Durchschnitt 2 Jahre alt waren. Die hohe Erfolgsquote von 92,3 Prozent wertet er ebenfalls als Zeichen der guten Gewebsverträglichkeit von Guttapercha. Bei der Überprüfung von 213 unter ungünstigen Umständen wurzelgefüllten Zähnen (am häufigsten mit Guttaperchastiften nach der seitliche Verdichtungsmethode) errechneten B.Heling und A.Tamske(29) eine Erfolgsquote von 70 Prozent für einwurzlige Zähne.

IVc. Die Wurzelfüllmaterialien im Vergleich

Heute verlangt man von einem Wurzelfüllmaterial folgende Eigenschaften:

1. Gewebsverträglichkeit
2. Volumenkonstanz
3. Wandständigkeit
4. Keine Porosität
5. Keine Resorbierbarkeit
6. Unempfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeit
7. Leichtes Einführen und Entfernen
8. Röntgenpositivität
9. Keine Verfärbung der Zahnhartsubstanz

Diaket und Guttapercha entsprechen in vielem diesen Forderungen. Während Diaket ein auf Kunstharzbasis entwickeltes, recht hartes Material ist, stellt Guttapercha ein weiches, geschmeidiges Naturprodukt dar. Beide besitzen keine antiseptische Wirkung, unterstützen aber auch nicht das Wachstum von Bakterien, da sie für Eiweißmoleküle nicht permeabel sind.

Beide sind wasserunlöslich und somit unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit. Diaket vermag während des Abbindens sogar kleinste Mengen Wasser chemisch zu binden. Diese Eigenschaften sind von großer Bedeutung, da es nie gelingt, den Wurzelkanal vollkommen trocken zu bekommen.

Auch wenn beide Materialien porenfrei und praktisch volumenkonstant sind, erfordert es mehr Geschicklichkeit, eine wandständige Guttaperchawurzelfüllung zu erzielen. In der Literatur wird über mehrere Wurzel-

füllungsmethoden für Guttapercha mit unterschiedlichem Ergebnis berichtet.

So konnten G.Fromme und andere(21) einen guten Randschluß für Füllungen mit Aptal-Harz-Chloroform und Guttaperchaspitzen nachweisen, während Füllungen mit Aptal-Zink-Harz und Guttaperchaspitzen zu Spaltbildungen neigten. Diaket erbrachte in seinen Versuchen einen spaltenfreien und dichten Verschluß.

Daß sich aber mit Guttapercha ein ebenso guter Randschluß wie durch Diaket erzielen läßt, bestätigten H. Heusers Wandständigkeitsuntersuchungen(30), in denen sich bei beiden Materialien eine gute durchschnittliche Spaltbreite von nur $3,6\mu$ ergab.

Wenn sich auch selten die Notwendigkeit ergibt, eine Wurzelfüllung zu entfernen, so ist es bei Diaket wegen seiner Härte zeitraubender.

In ihrem Grad der Gewebsverträglichkeit unterscheiden sich beide Materialien. Guttapercha wird als gewebsindifferent bezeichnet, während Diaket zwar eine vom Gewebe überwindbare aber anfängliche Reizwirkung setzt. L.Spangberg fand bei Diaket erhebliche toxische Wirkung auf HeLa-Zellen, während Guttapercha und Chloropercha nur geringe Wirkung aufwiesen. Bei H.Maizumi und E.Sauerwein führte Diaket nach einer Beobachtungszeit von 3 bis 4 Tagen zu einer Wachstumshemmung auf embryonales Hühnerherzgewebe, während Chloropercha und Aptal-Harz-Chloropercha das Wachstum fast garnicht beeinträchtigten.(60)

Klinisch röntgenologische und histologische Nachkontrollen bestätigen, daß das apikale Gewebe mit dem Reiz des Diakets fertig werden kann. Unumstritten bleibt jedoch, daß Guttapercha gewebsfreundlicher als

Diaket ist.

In den übrigen Eigenschaften unterscheiden sich beide Materialien nicht wesentlich von einander. Beide werden aus dem Wurzelkanal nicht resorbiert, sind röntgen-positiv und führen zu keiner Verfärbung der Zahnkrone.

V. Versuchsbeschreibung

Für die Festlegung der Versuchsanordnung und ihres Ablaufes galt das Bestreben, die Bedingungen möglichst praxisnah zu gestalten.

Bei der Auswahl der Zähne wurde darauf geachtet, daß der Vergleich der drei Methoden nicht durch unterschiedlich gekrümmte Wurzel und einen daraus resultierenden unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad der Aufbereitung und Füllung erschwert wurde. So verzichtete ich auf Molaren und wählte 226 frisch extrahierte Front-, Eckzähne und Prämolaren aus.

Der Versuchsablauf der einleitenden Maßnahmen unterschied sich in unwichtigen Dingen von der klinischen Praxis, da sowohl die Schaffung eines gradlinigen Zuganges zum Kavum, die Trepanation als auch die Entfernung des Pulpendaches mit einem Diamanten durchgeführt wurde. Ebenfalls verzichtete ich auf aseptische Kautelen. Nach der Erweiterung der Wurzelkanalöffnung mittels eines Gate-Bohrers und der Exstirpation der Pulpa mit einer feinen Exstirpationsnadel wurde statt Röntgenaufnahmen die Wurzellänge an Hand eines Lineals bestimmt und notiert.

Da durch den freiliegenden Apex die Aufbereitung und das Legen der Wurzelfüllung im apikalen Bereich kontrollierbar und somit beeinflussbar war, sollte diese Region der direkten Einsicht entzogen werden: der Apex wurde mit Watte umwickelt und die Zahnwurzel in einem Gipsblock fixiert; so war eine mögliche Beeinflussung

ausgeschlossen.

Um die Wurzelkanäle gänglich zu machen, verwendete ich Kerr-Handbohrer in der Reihenfolge ihrer Stärke von Nr. 1 bis 6. Unter leichtem Druck wurden sie in den Kanal eingeführt und schon nach wenigen Umdrehungen wieder herausgenommen, um die Dentinspäne herauszu-transportieren. Anschließend erweiterte ich die Kanäle mittels Rattenschwanz- und Hedströmfeilen. Die Aufbereitungsgrenze wurde für alle drei Methoden in gleichem Abstand vom anatomischen Apex festgelegt, nämlich 1,5 mm (entspricht dem Aufbereitungsgrad von 0,85). Die maximale Eindringtiefe wurde für jeden Zahn errechnet und konnte durch die Verwendung von Skala-Instrumenten während des ganzen Versuches kontrolliert werden.

Während die Wurzelkanäle bei Methode 1 (Guttapercha) und 2 (Diaket ohne Stufe) von Anfang an bis zur Aufbereitungsgrenze erweitert wurden, unterschritt die Aufbereitung bei Methode 3 (Diaket mit Stufe nach der Stufenmeßtechnik) die festgelegte Grenze um einen Millimeter, um sie erst anschließend mit einem Querschnittbohrer zu erreichen. Die Größe des Querschnittbohrers wurde so gewählt, daß er gerade 3 Millimeter vor der geplanten Stufe angriff, um ihn dann unter Drehbewegungen bis zur Stufe vorzuarbeiten. Nachdem die Wurzelkanäle abschließend mit Papierspitzen gesäubert und getrocknet wurden, legte ich die Wurzelfüllungen.

Nach der Methode 1 (Guttapercha) erhielten 75 Zähne Guttaperchawurzelfüllungen mit den sich in der Praxis am häufigsten verwendeten De Trey's Guttaperchaspitzen.

In der Stärke des bei der Aufbereitung zuletzt verwandten Instrumentes -meist Kerr-Handbohrer Größe 6- wurde eine Guttaperchaspitze ausgewählt, auf die Länge des Wurzelkanals zugeschnitten und anschließend ihr fester apikaler Sitz im Wurzelkanal überprüft. (In den meisten Fällen waren die Guttaperchaspitzen zu konisch und bereiteten bei der Auswahl und beim Zurechtschneiden Schwierigkeiten.) Nachdem der apikale feste Sitz erzielt war, kürzte ich die Spitze apikal um einen Millimeter, tauchte sie kurz in 5%prozentiges Harzchloroform ein und schob sie nun um den gekürzten Millimeter höher in den Wurzelkanal ein. Meistens mußten noch einige Guttaperchaspitzen seitlich nachgeschoben und mittels eines Wurzelkanalstopfers streng seitlich verdichtet werden.

Praktische Erfahrung beim Legen der Guttaperchawurzelfüllung bekam ich an der Malmöer Zahn-, Mund- und Kieferklinik "Tandläkarnögekolen".

Für die Wurzelfüllungen nach Methode 2 (75 Zähne ohne Stufe) und 3 (76 Zähne mit Stufe) wurde Diaket als Wurzelfüllmaterial verwendet. Entsprechend dem Lumen des aufbereiteten Wurzelkanals wurde ein möglichst großer Lentulo gewählt und bei niedriger Tourenzahl probeweise bis zur Aufbereitungsgrenze im Kanal laufen gelassen. Zum ersten Füllen wurde der Lentulo nur wenig und nur an der Spitze mit Diaket beladen, in den Kanal bis zur Aufbereitungsgrenze eingebracht und langsam rotieren gelassen. Bei den anschließenden Füllvorgängen ging ich mit dem Lentulo entsprechend dem jeweiligen Füllungsgrad nicht mehr so tief und ohne Druck ein.

VI. AUSWERTUNG UND ERGEBNIS

Dieser Arbeit liegt die Fragestellung zugrunde, welche der unterschiedlichen Wurzelkanalaufbereitungen in Verbindung mit verschiedenen Wurzelfüllmaterialien einen besseren Füllungsgrad erbringt. Die Beurteilung, welcher Füllungsgrad als optimal anzusehen ist, entspricht den Untersuchungsergebnissen von A. Mayer und W. Ketterl (siehe S. 7).

Um den Füllungsgrad messen zu können, wurden alle wurzelbehandelten Zähne geröntgt. Im Gegensatz zu den durch die Anatomie der Wurzelspitze bedingten Fehlermöglichkeiten, war die Fehlerquelle durch falsche Projektion ausgeschlossen, da die Versuchsbedingungen die exakte rechtwinklige Einstellung des Zentralstrahles und die Parallelität der Filmebene zur Zahnachse ermöglichten.

Mit Hilfe eines Röntgenbildbetrachters mit Millimeter einteilung wurden die Röntgennegativ-aufnahmen ausgewertet. Für jede Wurzelfüllung wurde der Abstand vom röntgenologischen Apex gemessen.

Da bei den übergepreßten Füllungen nicht beurteilt werden konnte, in welchem Ausmaß sie übergepreßt waren, wurden bei ihnen keine Abstufung vorgenommen. Sämtliche 226 Wurzelfüllungen wurden drei voneinander unabhängige Male gemessen. Eine vierte Prüfung diente zur Klärung weniger Fälle, bei denen die Werte differierten. Die Resultate befinden sich in den Tabellen 1 bis 3 auf den Seiten 36, 37 und 38.

Tab. 1 : Füllungsgrad der wurzelbehandelten Zähne
(Guttapercha)

Nr.der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)
1	0,80
2	0,65
3	0,65
4	0,75
5	1,00
6	1,00
7	0,80
8	0,90
9	1,00
10	1,10
11	0,50
12	0,70
13	0,70
14	0,70
15	1,10
16	0,70
17	0,80
18	0,90
19	1,10
20	1,10
21	1,10
22	1,10
23	0,80
24	0,90
25	0,90

Nr.der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)
26	1,10
27	0,95
28	1,10
29	1,10
30	1,10
31	0,65
32	1,00
33	0,90
34	0,70
35	0,90
36	0,75
37	0,90
38	1,00
39	0,90
40	0,85
41	0,80
42	0,80
43	0,75
44	1,00
45	0,85
46	0,80
47	0,90
48	1,10
49	1,10
50	0,95

Nr.der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)
51	0,55
52	0,80
53	0,90
54	0,60
55	0,85
56	0,95
57	0,80
58	0,95
59	0,85
60	0,90
61	0,60
62	0,80
63	0,60
64	0,70
65	1,00
66	0,60
67	0,80
68	0,90
69	0,80
70	0,80
71	0,90
72	0,70
73	1,00
74	0,70
75	1,00

Tab. 2 : Füllungsgrad der wurzelbehandelten Zähne
(Diaket ohne Stufe)

Nr. der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)	Nr. der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)	Nr. der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)
1	1,10	26	1,10	51	0,50
2	1,00	27	1,00	52	0,90
3	1,10	28	1,00	53	1,10
4	0,90	29	1,10	54	0,70
5	0,60	30	0,90	55	0,90
6	0,50	31	1,10	56	1,00
7	0,90	32	0,85	57	0,60
8	0,85	33	0,60	58	0,90
9	1,10	34	0,90	59	0,80
10	0,85	35	1,10	60	0,75
11	0,70	36	1,00	61	0,90
12	0,60	37	0,85	62	0,50
13	0,70	38	1,00	63	0,70
14	0,60	39	0,75	64	0,90
15	1,10	40	0,55	65	0,70
16	0,90	41	0,90	66	0,70
17	0,70	42	1,10	67	1,10
18	0,80	43	0,80	68	0,85
19	0,95	44	0,95	69	0,70
20	0,50	45	0,80	70	0,80
21	0,80	46	0,80	71	0,75
22	0,50	47	0,85	72	0,85
23	0,75	48	0,80	73	0,65
24	1,00	49	0,90	74	0,80
25	0,60	50	0,80	75	0,70

Tab. 3 : Füllungsgrad der wurzelbehandelten Zähne
(Diaket mit Stufe)

Nr.der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)
1	0,80
2	0,85
3	0,80
4	0,90
5	0,90
6	0,90
7	0,85
8	0,90
9	0,90
10	1,00
11	1,00
12	1,10
13	0,85
14	0,90
15	0,80
16	0,80
17	0,80
18	1,10
19	1,10
20	0,85
21	0,90
22	1,10
23	1,10
24	0,85
25	1,10
26	0,90

Nr.der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)
27	0,80
28	0,70
29	0,80
30	0,85
31	0,90
32	0,85
33	0,90
34	0,90
35	1,10
36	0,70
37	0,80
38	0,90
39	0,75
40	0,90
41	0,70
42	0,90
43	0,90
44	1,00
45	1,10
46	1,00
47	1,00
48	0,80
49	0,90
50	0,90
51	0,60

Nr.der Wurzel- füllg	Füllgs- grad (cm)
52	1,10
53	1,10
54	1,10
55	0,65
56	0,85
57	0,90
58	0,85
59	0,85
60	0,70
61	0,85
62	0,85
63	0,90
64	0,80
65	0,70
66	1,10
67	1,10
68	0,80
69	0,90
70	0,85
71	0,80
72	0,85
73	0,70
74	1,00
75	0,80
76	0,70

Tabelle 4 auf Seite 40 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Füllungsgrade für jede der drei gewählten Füllmethoden.

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß die übergepreßten Wurzelfüllungen ($>1,00$) in allen drei Methoden gleich häufig sind.

Das Ziel der Untersuchung ist der Nachweis einer Differenz, welche von der Einbeziehung oder Nichtbeziehung der prozentual gleichen Anteile (16,15 bzw. 17%) der übergepreßten Füllungen unabhängig ist. Deshalb konnten sie bei den weiteren vergleichenden Untersuchungen und für die statistische Auswertung weggelassen werden.

Zur graphischen Veranschaulichung der Werte aus den Tabellen 1 bis 4 dienen die Abbildungen 1 bis 3. Sie sind folgendermaßen aufgebaut:

An der Ordinate ist die Anzahl der Wurzelfüllungen abgetragen. Die Abszisse gibt den Füllungsgrad der Wurzelfüllungen von 0,50 cm bis 1,00 cm wieder, wobei jede Methode getrennt betrachtet wird. Die Höhe der Säulen entspricht der Anzahl der Füllungen, die den auf der Abszisse gekennzeichneten Füllungsgrad aufweisen (Histogramm).

Zur Verdeutlichung sind zusätzlich schematisierte Kurven eingezeichnet worden (Abbildung 4 enthält sie für alle drei Methoden), denen die gleichen Werte der Tabelle 4 zugrunde liegen. Bei ihnen wurde eine Maßstabvergrößerung vorgenommen (Zu den graden Werten der Wurzelfüllungsgrade wurde jeweils der halbe Wert des oberen und unteren Füllungsgrades addiert.)

Tab. 4 :
Häufigkeitsverteilungen der Füllungsgrade für die
angewandten Vitalexstirpationsmethoden

Füllungs- grad (cm)	Guttapercha	Diaket ohne Stufe	Diaket mit Stufe
0,50	1	5	0
0,55	1	1	0
0,60	4	6	1
0,65	3	1	1
0,70	8	9	7
0,75	3	4	1
0,80	13	10	13
0,85	4	7	14
0,90	13	12	20
0,95	4	2	0
1,00	9	7	6
>1,00	12	11	13
zusammen:	75	75	76

Abb. 1 : Häufigkeitsverteilung der Füllungsgrade
(Guttapercha)

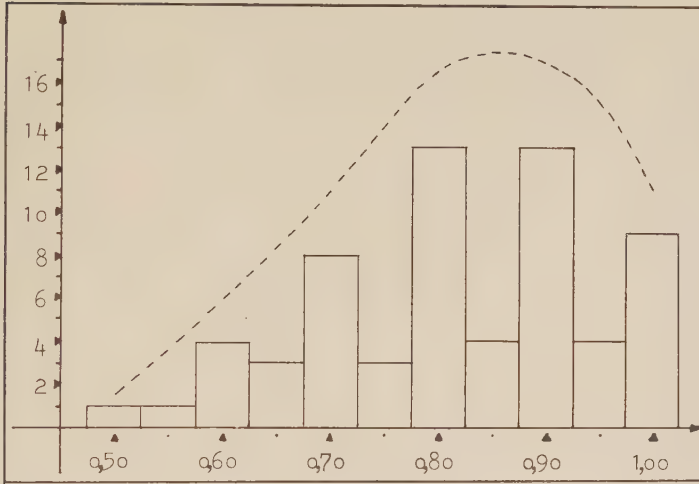


Abb. 2 : Häufigkeitsverteilung der Füllungsgrade
(Diaket ohne Stufe)

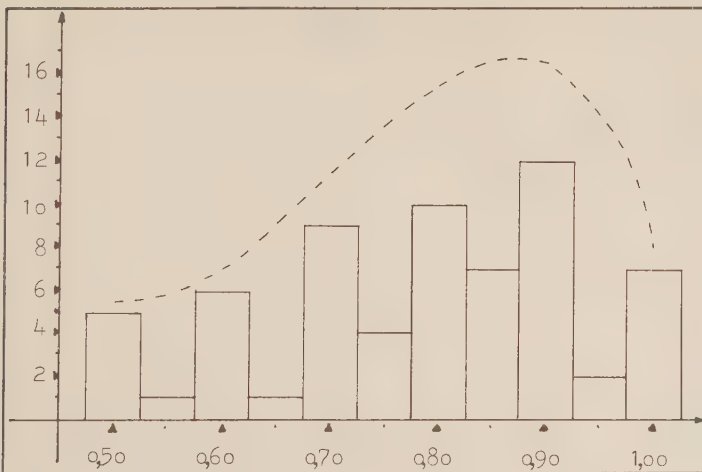


Abb. 3 : Häufigkeitsverteilung der Füllungsgrade
(Diaket mit Stufe)

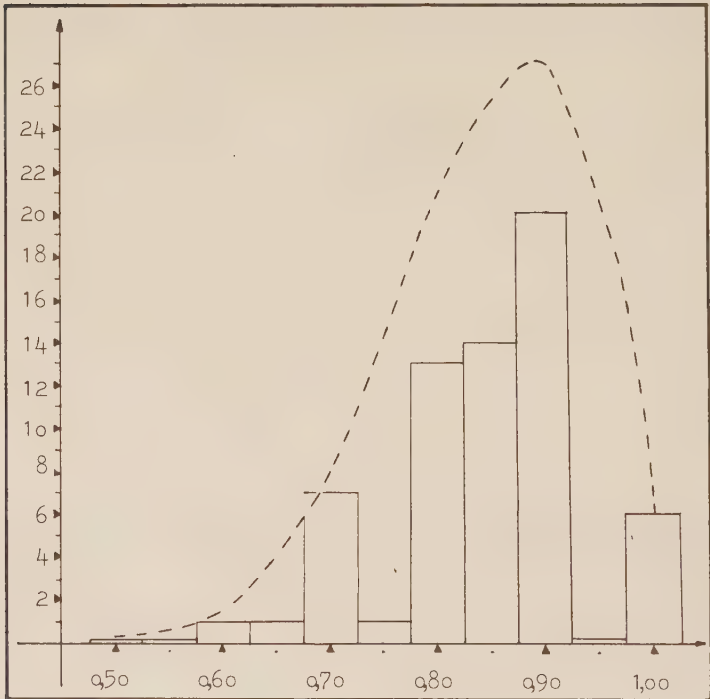
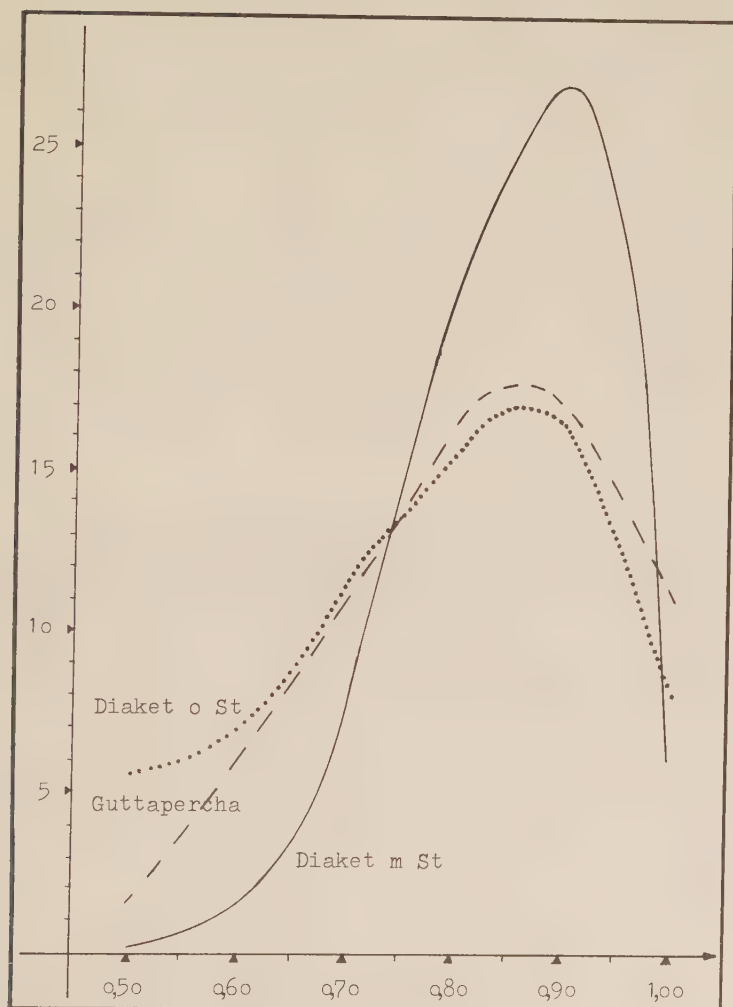


Abb. 4 : Schematisierte Häufigkeitsverteilung der Füllungsgrade



An Hand dieser Kurven läßt sich folgendes erkennen: Die meisten Wurzelfüllungen liegen bei allen drei Methoden im optimalen Bereich, d.h. der Versuch, den optimalen Füllungsgrad zu erzielen, schlägt sich bei jeder Methode im Ergebnis nieder.

Im Vergleich der drei Methoden konnten bei den Diaketwurzelfüllungen nach der Stufenmeßtechnik besonders gute Ergebnisse erzielt werden.

Mit Hilfe der Statistik galt es nun zu überprüfen, ob der Eindruck, den die Diagramme vermitteln, verallgemeinerungsfähige Aussagen zuläßt.

Nach A.Mayer und W.Ketterl liegt der optimale Füllungsgrad zwischen 0,80 und 0,90 cm (siehe S.7). Der Mittelwert des optimalen Füllungsgrades liegt also bei 0,85 cm. Für die folgende Auswertung wurden die Absolutbeträge der Abweichungen vom optimalen Füllungsgrad verwendet.

Zur Vervollständigung der Datenbeschreibung wurden zunächst für die drei Wurzelfüllmethoden Mittelwerte und Standardabweichungen errechnet. Diese Werte sind in Tabelle 5 dargestellt. Anschließend wurde mit den Daten eine einfache Varianzanalyse durchgeführt und mit Hilfe der Varianz "innerhalb der Wurzelbehandlungsmethoden" als Varianzschätzung Konfidenzintervalle nach Scheffé für die drei Mittelwertsvergleiche aufgestellt. Die Ergebnisse der Varianzanalyse sind in Tabelle 6 dargestellt. Bezüglich der Technik dieser statistischen Verfahren sei auf E.Weber (94) verwiesen.

Tab. 5 :

Mittelwerte und Standardabweichungen für die Absolutbeträge der Abweichungen vom optimalen Füllungsgrad bei den drei angewandten Vitalexstirpationsmethoden

	Guttapercha	Diaket ohne Stufe	Diaket mit Stufe
Mittelwert	0,1079	0,1227	0,0659
Standard- abweichung	0,0768	0,1000	0,0588
Zahl der Füllungen	63	64	63

Tab. 6 :

Varianzanalyse

Einfluß- größe	Varianz zw. den Wurzelbhlgs methoden	Varianz innerh. der Wurzelbhlgs methoden	Varianz insgesamt
SAQ	0,11	1,21	1,32
FG	2	187	189
MAQ	0,055	0,006	
F-Wert	9		
Beurteilg.	auf dem 1%-Niveau signifikant (kritischer F-Wert = 4,72 für $p = 0,01$)		

Die Konfidenzbereiche beim Scheffé-Verfahren werden mathematisch durch folgende Ungleichung beschrieben:

$$\hat{L} - S \cdot \sqrt{\frac{MAQ_N}{r} \cdot \sum_{i=1}^K c_i^2} \leq L \leq \hat{L} + S \cdot \sqrt{\frac{MAQ_N}{r} \cdot \sum_{i=1}^K c_i^2}$$

- $\hat{L}$ der zu beurteilende Mittelwertskontrast der Stichprobe
 L der entsprechende Kontrast der Grundgesamtheit
 $\frac{MAQ_N}{r}$ Varianz des Kontrastes
 MAQ_N ist das aus der Varianzanalysentabelle entnommene MAQ "innerhalb der Füllungsmethoden"
 r Anzahl der jedem Mittelwert zugrunde liegenden Einzelmessungen
 $S = \sqrt{(K - 1) F_{1-p/K-1/f}}$ wobei F in der Tabelle der F -Verteilung aufgesucht wird
 $1-p$ Sicherheitswahrscheinlichkeit
 K Anzahl der Mittelwerte
 f Anzahl der Freiheitsgrade von MAQ_N
 c_i Koeffizienten der Mittelwertskontraste

Eine Mittelwertsdifferenz ist dann signifikant von Null verschieden, wenn sie größer ist als der Ausdruck:

$$S \cdot \sqrt{\frac{MAQ_N}{r} \cdot \sum_{i=1}^K c_i^2}$$

In unserem Fall erreicht dieser "Kritische Wert" für die drei möglichen Vergleiche zwischen den Aufbereitungungs- und Füllungsmethoden Werte um 0,048cm.

Tabelle 7 zeigt die Gegenüberstellung der aus unseren Daten errechneten Mittelwertsdifferenzen. Es zeigt sich, daß nur die Differenz zwischen Diaket ohne Stufe und Diaket mit Stufe statistisch gesichert ist (bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit p von 1%), während sie zwischen Diaket mit Stufe und Guttapercha nur statistisch auffällig ist (Irrtumswahrscheinlichkeit 5%).

Tab. 7:

Vergleichsmatrix der Mittelwertsdifferenzen für die drei Methoden

	Guttapercha	Diaket mit Stufe
Diaket ohne Stufe	0,015	0,057
Guttapercha		0,042

Zusammenfassend heißt das Ergebnis dieser Untersuchung:

Die röntgenologische Ausmessung und -wertung von 226 Wurzelfüllungen ergab, daß die Diaketwurzelfüllungen nach der Stufenmeßtechnik sich dem optimalen Füllungsgrad von 0,15 cm Abstand zum röntgenologischen Apex am besten näherten.

Der Qualitätsunterschied gegenüber den Diaketfüllungen ohne Stufe ist statistisch signifikant, während er gegenüber den Guttaperchawurzelfüllungen statistisch nur auffällig ist.

VII. Diskussion der Ergebnisse

Histologische Untersuchungen haben gezeigt, daß sich durch die Stufenmeßtechnik die apikale Exstirpationswunde zu einer entzündungsfreien Bindegewebsnarbe entwickeln kann.

Mitentscheidend für den Erfolg ist die apikale Stufe und die geschaffene Dentinbarriere, die den Kontakt zwischen Wurzelfüllmaterial und dem apikalen Gewebe verhindern bzw. verringern. In Anbetracht der von K.Keresztesi und G. Kellner (34) aufgezeichneten Abhängigkeit zwischen dem Grad der Schädigung und der Quantität des Wurzelfüllmaterials beschränkt die Dentinbarriere die mögliche schädigende Wirkung des Wurzelfüllmaterials auf ein Minimum.

Um die spezifischen Vorzüge der Stufenmeßtechnik in Anwendung zu bringen, ist es notwendig den optimalen Füllungsgrad einzuhalten. Wie meine Versuchsergebnisse bestätigen, gelingt es mit Hilfe der Stufenmeßtechnik weit häufiger als bei üblicher Aufbereitung den angestrebten Füllungsgrad einzuhalten und somit einen Erfolgsaussichten schmälernde Unter- bzw. Überfüllung zu vermeiden. Interessanterweise war es dabei unerheblich, ob die Kanäle mit Diaket oder Guttapercha gefüllt wurden. Wenn wie bei Guttapercha und Diaket gewisse Anforderungen erfüllt sind, fällt die Beantwortung der Frage, welchem Wurzelfüllmaterial der Vorzug zugeben ist, schwer. Während Guttapercha nahezu gewebsindifferent und darin dem auch relativ reizlosen Diaket doch überlegen ist, vermag Diaket

während des Abbindens eine geringe Menge Wasser komplex zu binden und läßt sich wesentlich leichter verarbeiten.

Während meiner praktischen Durchführung, stellte ich allerdings fest, daß die Auswahl des geeigneten Guttaperchastiftes, die Notwendigkeit, den Stift mehrmals zu kürzen, da er in der Regel zu konisch war, und die strenge seitliche Kondensation einen größeren Zeitaufwand erforderten, als dies für eine Diaketwurzelfüllung notwendig ist.

Obwohl Diaket und Guttaperche gleiche Qualifikation als Wurzelfüllmaterial haben und sich nur in Nuancen unterscheiden, scheint die Wahl für Diaket in Verbindung mit der Stufenmeßtechnik in der problemlosen Verarbeitung des Diakets begründet zu sein.

VIII. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden zunächst die Verhältnisse der apikalen Dentalregion und die Durchführung der Vitalexstirpation erörtert, wobei die Forderung, das apikale Parodontium zu schonen, besondere Beachtung fand.

Anschließend wurde ein kurzer Überblick über die Wurzelfüllmaterialien Diaket und Guttapercha gegeben.

Ausgehend von der Frage, mit welcher von drei Vitalexstirpationsmethoden der optimale Füllungsgrad der Wurzelfüllung von 0,85 eingehalten werden kann, wurden 229 frisch extrahierte Zähne bis zum physiologischen Foramen apicale wurzelbehandelt.

Die Aufbereitung der beiden ersten Gruppen erfolgte in üblicher Weise, worauf die eine Hälfte mit Guttaperchaspitzen nach der seitlichen Verdichtungsmethode, die andere Hälfte mit Diaket gefüllt wurde. Die Aufbereitung der dritten Gruppe geschah nach der Stufenmeßtechnik von A. Mayer mit anschließender Diaketwurzelfüllung.

An Hand von Röntgenaufnahmen wurden die Füllungsgrade sämtlicher Wurzelfüllungen vermessen.

Mit Hilfe der einfachen Varianzanalyse und des Scheffé-Testes wurde ein statistisch signifikanter Unterschied des Füllungsgrades bei unterschiedlicher Aufbereitung von Diaketwurzelfüllungen festgestellt. Nach der Aufbereitung im Sinne der Stufenmeßtechnik kann der optimale Füllungsgrad häufiger eingehalten

werden als nach konventioneller Aufbereitung. In üblicher Weise aufbereitete und mit Guttaperchaspitzen nach der seitlichen Verdichtungsmethode gefüllte Wurzelkanäle zeigen eine ähnlich häufige Abweichung vom optimalen Füllungsgrad wie Diakettwurzelfüllungen ohne Stufe.

IX. Literaturverzeichnis

- (1) Atefi, N. "Zur apikalen Hartgewebs-
auffüllung wurzelbehandelter
Zähne (Statistische Studie an
Hand von Röntgenbefunden)"
Med.Diss.
Frankfurt 1967
- (2) Barker, B.C.W. "Reaction of dog tissue to
u. B.C.Lockett immediate root filling with
zinc oxide cement and
guttapercha"
Aust.dent.J.
17 (1972) 1-8
- (3) Bergenholtz, G., "II.Röntgenologisch bedömning
E.Malmcrona u. av rotfyllningens kvalitet
R.Milthon ställd i relation till före-
komsten av periapikala des-
truktioner"
Svensk tandläk.-T.
65 (1973) 269-279
- (4) Boeckmann, G., "Untersuchungen über die
R.Rottke u. Porosität von erhärtenden
W.Strothmann Wurzelfüllmaterialien(I)"
Dtsch.Zahnärztebl.
10 (1956) 527-529
- (5) Boeckmann, G., "Untersuchungen über die
R.Rottke u. Wasseraufnahme von Wurzel-
W.Strothmann kanalfüllmaterialien(II)"
Dtsch.Zahnärztebl.
10 (1956) 567-571
- (6) Boeckmann, G., "Abschließende Untersuchungen
R.Rottke u. über die **Wandständigkeit** von
W.Strothmann erhärtenden Wurzelkanal-
füllmaterialien"
Dtsch.Zahnärztebl.
11 (1957) 75-80

- (15) Engström, B. "Wound healing after partial
u. L. Spångberg pulpectomy"
Odont. T.
72 (1967) 1-7
- (16) Espe GmbH Prospekt Nr. 4/110 11/66
Seefeld, Oberbayern
- (17) Fechter, B. "Ergebnisse von mehreren
tausend in der freien Praxis
nach wissenschaftlich aner-
kannten Methoden durchge-
führten Wurzelbehandlungen"
Dtsch. Zahnärztl. Z.
10 (1955) 1677-1684
- (18) Fischer, C.-H. "Endodontie"
Quintess. Zahnärztl. Lit.
23 (1972) Ref. Nr. 2/4511 39-48
- (19) Franke, J. "Über Ziele und Methoden der
Pulpabehandlung"
Dtsch. Zahnärztl. Z.
17 (1962) 1471-1481
- (20) Fricke, E. "Klinische Untersuchungen zur
Frage der Verwendbarkeit des
Kunststoffwurzelfüllmaterials
Diaket bei der
Wurzelspitzenresektion"
Zahnärztl. Welt
65 (1964) 594-596
- (21) Fromme, G., "Experimentelle Untersuchun-
R. Guttzeit gen zur Frage der mechanischen
u. H. Riedel und chemischen Wurzelkanal-
aufbereitung sowie zur Wand-
ständigkeit von Wurzelfüll-
materialien"
Quintess. Zahnärztl. Lit.
22 (1971) Ref. Nr. 2/4459 53-57
- (22) Grossman, L. I. "Lehrbuch der modernen Wurzel-
behandlung-Endodontie"
Medica
Stuttgart, Wien, Zürich, Amsterdam
1968

- (23) Grove, C.J. "Nature's Method of Making
Perfekt Root Canal Fillings
Following Pulp Removal"
Dent. Cosmos
63 (1921) 968-982
- (24) Guldner, P.H. "Die Stifttechnik in der
Endodontie; Die Verwendung
von Guttaperchastiften"
Schweiz. Mschr. Zahnheilk.
81 (1971) 311-327
- (25) Gunzenhäuser, A. "Die Wurzelbehandlung in den
Vereinigten Staaten von Nord-
amerika und ein Bericht über
die Methode der Wurzelbehand-
lung an der Guggenheim Dental
Clinic in New York, USA"
Zahnmed. Diss.
Mainz 1957
- (26) Gutiérrez, I.H., "Histologic reactions to root
canal fillings"
C. Gigoux u.
F. Escobar
Oral Surg.
28 (1969) 557-565
- (27) Haedke, G. "Untersuchungen über die
Wandständigkeit der Wurzel-
füllmaterialien "Hermetic"
und Guttapercha mit Hilfe
von Autoradiographien und der
Cerenkov-Strahlung"
Med. Diss.
Marburg 1967
- (28) Hagemann, J. "Experimentelle Untersuchungen
über die Gewebsverträglichkeit
einiger gebräuchlicher
Wurzelfüllmaterialien"
Med. Diss.
Tübingen 1968
- (29) Heling, B. "Evaluation of the success of
u. A. Tamske endodontically treated teeth"
Oral Surg.
30 (1970) 533-536

- (30) Heuser, H. "Die endgültige Abfüllung des Wurzelkanals"
Dtsch. zahnärztl. Z.
10 (1955) 1662-1669
- (31) Hertwig, G. "Wandständigkeit und Durchlässigkeit von Wurzelfüllmitteln"
Zahnärztl. Prax.
2 (1958) 1-2
- (32) Higginbotham, T. L. "A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers"
Oral Surg.
24 (1967) 89-101
- (33) Hoffmann-Axthelm, W. "Zahnärztliches Lexikon"
Johann Ambrosius Barth
Leipzig 1968
5. Aufl.
- (34) Keresztesi, K. u. G. Kellner "Der Einfluß einiger zur orthograden Wurzelfüllung gebräuchlicher Materialien auf das Gewebe"
Öster. Z. Stomat.
61 (1964) 412-423
- (35) Kesthelyi, S. "Wichtigkeit der Einmessung der bei Wurzelbehandlungen verwendeten Instrumente"
Zahnärztl. Welt
66 (1965) 377-380
- (36) Ketterl, W. "Röntgenologische und histologische Befunde bei Überfüllung des Wurzelkanals mit Diaket"
Zahnärztl. Prax.
10 (1959) 209-210 u. 217-218
- (37) Ketterl, W. "Die operative Behandlung der lebend erkrankten Pulpa"
Dtsch. Zahnärztebl.
14 (1960) 453-460

- (38) Ketterl, W. "Pathologische Prozesse am Apex vitaler Zähne"
Zahnärztl. Rdsch.
71 (1962) 67-70
- (39) Ketterl, W. "Die Methoden der Pulpitis-
behandlung und die Vital-
erhaltung der Pulpa"
Zahnärztl. Rdsch.
71 (1962) 139-144
- (40) Ketterl, W. "Histologische Untersuchungen
an vitalexstirpierten Zähnen"
Stoma (Heidelberg)
16 (1963) 85-110
- (41) Ketterl, W. "Kriterien für den Erfolg
der Vitalexstirpation"
Dtsch. zahnärztl. Z.
20 (1965) 407-416
- (42) Ketterl, W. "Entgegnung zur vorstehenden
Arbeit von W. Meyer "Über den
vermeintlichen Spontanverschluß
des Foramen apicale als Erfolg
der Wurzelbehandlung"
Dtsch. zahnärztl. Z.
21 (1966) 675
- (43) Ketterl, W. "Die Pulpen- und Wurzel-
behandlung in herdprophylak-
tischer Betrachtung"
Öst. Z. Stomat.
65 (1968) 82-89
- (44) Ketterl, W. "Die Aufgabe der Wurzelfüllung
bei der Vitalexstirpation"
Dtsch. Stomat.
18 (1968) 514-521
- (45) Ketterl, W. "Die Pulpen- und Wurzel-
behandlung"
in "Praxis der Zahnheilkunde"
Urban und Schwarzenberg
München, Berlin, Wien 1968

- (46) Keworkian, K. "Klinische Erfahrung bei Behandlung pulpitischer Zähne nach Vitalexstirpationsmethoden"
Dtsch.zahnärztl.Z.
15 (1960) 1338-1345
- (47) Kluczka, J. "Vergleichende Untersuchungen über die Gewebsverträglichkeit von AH 26, Diaket und Palavit im Tierexperiment"
Zahnärztl.Welt
63 (1962) 455-459
- (48) Köhler, J.A. "Die Problematik der Wurzelbehandlung"
Dtsch.Zahnärztebl.
21 (1967) 30-38
- (49) Köttgen, W. "Tierexperimentelle Untersuchungen über die Wurzelfüllmaterialien Diaket und Riebler-Paste"
Zahnmed.Diss.
Mainz 1971
- (50) Krautkremer, H. "Klinische und röntgenologische Kontrollen nach Vitalexstirpationen an Molaren"
Med.Diss.
München 1967
- (51) Kreter, F. "Klinischer Diskussionsbeitrag zu der Arbeit von W.Meyer: "Der Spontanverschluß des Foramen apicale als Erfolg der sogenannten Wurzelbehandlung"
Dtsch.zahnärztl.Z.
20 (1965) 416-417
- (52) Kröncke, A. "Problematik der erhärtenden Wurzelfüllmaterialien"
Zahnärztl.Rdsch.
62 (1953) 417-423
- (53) Kuttler, Y. "A Precision and Biologic Root Canal Filling Technic
J.Amer.dent.Ass.
56 (1958) 38-50

- (54) Lange, G. "Die Abhängigkeit des Wurzel-
behandlungserfolges von der
Kanalfüllung"
Dtsch.Stomat.
15 (1965) 251-258
- (55) Lanz, B. u. "Experimental root perforation
P.-A.Persson in dog's teeth.Aroentgen study"
Odont.Revy
16 (1965) 239-242
- (56) Laurichesse, J.-M. "Physiopathologie und biologische
u. J.-P.Santoro Therapie der Apikalregion des
Zahnorganes - Der Endkonus
(cone d'arret)I"
Quintess.zahnärztl.Lit.
24 (1973) Ref.Nr. 7/4853 39-44
- (57) Laurichesse, J.-M. "Physiopathologie und biologische
u. J.-P.Santoro Therapie der Apikalregion des
Zahnorganes - Der Endkonus
(cone d'arret)II"
Quintess.zahnärztl.Lit.
24 (1973) Ref.Nr. 8/4853 19-25
- (58) Litonski, I. "Klinische und röntgenolo-
gische Nachuntersuchungen von
Vitalexstirpationen nach der
Querschnitts-Methode"
Med.Diss.
München 1969
- (59) Maizumi, H. u. "Die Wirkung verschiedener
E.Sauerwein Vitalerhaltungs- und Wurzel-
füllmittel auf Gewebekulturen"
Dtsch.zahnärztl.Z.
17 (1962) 1628-1635
- (60) Mayer, A. u. "Dauererfolge bei Pulpitis-
W.Ketterl behandlung"
Dtsch.zahnärztl.Z.
13 (1958) 883-898
- (61) Mayer, A. u. "Klinische und histologische
W.Ketterl Untersuchungen über die Exstir-
pation der Zahn-Pulpa"
Stoma(Heidelberg)
16 (1963) 42-50

- (62) Mayer,A. "Vitalexstirpation nach der
Stufen-Meß-Technik"
Öst.Z.Stomat.
61 (1964) 90-92
- (63) Melkova,V. u. "Zur Frage des Verschlusses
V.Sovadinova des Foramen apicis dentis
durch hartes Gewebe"
Zahnärztl.Welt
79 (1970) 62-64
- (64) Meyer,W. "Die anatomischen Grundlagen
der Wurzelbehandlung"
Dtsch.zahnärztl.Z.
15 (1960) 777-785
- (65) Meyer,W. "Der Spontanverschluß des
Foramen apicale als Erfolg
der sogenannten Wurzelbehand-
lung"
Dtsch.zahnärztl.Z.
19 (1964) 783-791
- (66) Nygaard Östby,B. "Pulpa- und Wurzelbehandlung"
Dtsch.zahnärztl.Z.
17 (1962) 1429-1435
- (67) Nygaard Östby,B. "Tissue formation in the root
canal following pulp removal"
Scand.J.dent.Res.
79 (1971) 333-337
- (68) Paul,E. "Klinische und röntgenolo-
gische Untersuchungsergebnisse
über das Kunststoff-Wurzelfüll-
mittel Diaket"
Med.Diss.
Greifswald 1969
- (69) Pilz,W. u. "Die Therapie der Pulpen-
C.H.Plathner erkrankung"
u. H.Taatz Carl Hanser
München 1967
- (70) Preiswerk,G. "Konservierende Zahnheilkunde"
J.F.Lehmann
München 1922

- (71) Rappaport, H.M.,
G.E.Lilly u.
P.Kapsimalis
"Toxicity of endodontic
filling materials"
Oral Surg.
18 (1966) 785-802
- (72) Rebel, H.-H.
"Konservierende Zahnheilkunde"
Carl Hanser
München 1949
- (73) Rebel, H.-H.
"Grundsätzliche Bemerkungen
zu den neuen Bewertungen und
Bestimmungen über Leistungen
konservativer Natur(Bema)"
Dtsch.zahnärztl.Z.
17 (1962) 1436-1446
- (74) Reckow von, J.F.
"Kritik der Wurzelfüllmethoden
mit Hilfe des Röntgenbildes"
Dtsch.zahnärztl.Z.
10 (1955) 1670-1676
- (75) Römpf
"Chemie Lexikon"
Franckh'sche Verlagshandlung
Stuttgart 1972
7.Aufl.
- (76) Rottke, R. u.
W.Strothmann
"Untersuchungen über die Rand-
ständigkeit von erhärtenden
Wurzelfüllmaterialien"
Zahnärztl.Rdsch.
64 (1955) 189-194
- (77) Scheufele, J.
"Untersuchungen und Erfahrun-
gen mit dem neuartigen
Wurzelfüllmittel Diaket"
Dtsch.zahnärztl.Z.
7 (1952) 913-919
- (78) Schubert, L.
"Über die Gewebsverträglich-
keit einiger Kunstharz-
Wurzelfüllmittel"
Dtsch.zahnärztl.Z.
2 (1954) 267-275

- (79) Schug-Kösters, M. "Die Behandlung der Pulpa und des apikalen Parodontiums"
Berlinische Verlagsanstalt
Berlin 1966
2. Aufl.
- (80) Seltzer, S.,
J.B.Bender,
J.Smith,
I.Freedman u.
H.Nazimov "Endodontic failures - An
analysis based on clinical
roentgenographic and histo-
logic findings"
Oral Surg.
23 (1967) 517-525
- (81) Shoji, Y. "Effektives System der Kanal-
präparation nach Dr.Shoji"
Quintess.zahnärztl.Lit.
24 (1973) Ref.Nr. 6/4841 25-27
- (82) Spangberg, L. "Biological effects of root
canal filling materials.6."
Odont.T.
77 (1969) 121-133
- (83) Spangberg, L. "Biological effects of root
canal filling materials.2."
Odont.Revy
20 (1969) 133-136
- (84) Spreter von
Kreudenstein, T.
u. H.W.Kayser "Experimentelle und klinische
Untersuchungen mit P 32 über
die Flüssigkeitspassage in
gefüllten Wurzelkanälen"
Dtsch.zahnärztl.Z.
9 (1954) 1377-1385
- (85) Stewart, G.G. "A comparative study of three
root canal sealing agents"
Oral Surg.
11 (1958) 1029-1041 u. 1174-1178
- (86) Stuben, J. u.
W.Debusmann "Tierexperimentelle Unter-
suchungen über die Sekundär-
dentinbildung nach indirekter
Überkappung mit verschiedenen
Medikamenten"
Dtsch.zahnärztl.Z.
28 (1973) 385-389

- (87) Tschamer, H. "Die Wurzelkanalfüllung"
Öst.Z.Stomat.
65 (1968) 213-220
- (88) Treiber, R. "AH 26, Diaket und Palavit in
ihrer Indikation als Wurzel-
füllmittel sowie tierexperimen-
telle Untersuchungen über
die Gewebsverträglichkeit
dieser Präparate"
Med.Diss.
Mainz 1960
- (89) Waechter, R. "Untersuchungen über das Wurzel-
füllmittel Diaket"
Zahnärztl.Welt
8 (1953) 281-284
- (90) Waechter, R.
u. H.Tschamer "Histologische Kontrollen
von Diaketwurzelfüllungen"
Dtsch.zahnärztl.Z.
12 (1959) 1652-1656
- (91) Waechter, R.
u. L.Stockinger "Zu den anatomischen Grund-
lagen der Wurzelbehandlung"
Dtsch.zahnärztl.Z.
16 (1961) 1428-1432
- (92) Waechter, R.
u. L.Stockinger "II Histologische Untersuchungen
von Zähnen nach Vitalexstir-
pation"
Öst.Z.Stomat.
61 (1964) 93-99
- (93) Waechter, R.
u. W.Pritz "Hartsubstanzbildung nach
Vitalexstirpation"
Dtsch.zahnärztl.Z.
21 (1966) 719-725
- (94) Weber, E. "Grundriß der biologischen
Statistik"
Gustav Fischer
Stuttgart 1967
6.Aufl.
- (95) Zahradka, J. "Experimentelle Untersuchungen
über die Abschlußdichtigkeit
einiger erhärtender Wurzelfüll-
materialien mit P 32 und J 131"
Dtsch.zahnärztl.Z.
12 (1960) 946-952

Lebenslauf

Am 11.11.1946 wurde ich in Falun, Mittelschweden, als älteste Tochter fünf weiterer Geschwister des Landvermessungsrates Dietrich Weber-Grönwall und seiner Ehefrau Lotte-Leonore geboren.

Von 1953 bis 1962 besuchte ich in Mora die Volks- bzw. Realschule. 1962 trat ich in den biologisch-naturwissenschaftlichen Zweig des dortigen Gymnasiums ein. Nach dem Umzug meiner Eltern bestand ich 1966 am Kristianstädter Gymnasium das Abitur. Seit 1966 studierte ich an der Johannes Gutenberg Universität in Mainz Zahnmedizin und legte 1971 das Staatsexamen ab.

Von März 1972 bis März 1974 arbeitete ich als Assistent in einer zahnärztlichen Praxis in Pforzheim.

Im Oktober 1971 verheiratete ich mich mit Herrn Dr. Hubert Friese von Beruf ebenfalls Zahnarzt.

Im Juni 1973 wurden uns zwei Jungen, Hagen und Ture geboren.

An dieser Stelle sei mir gestattet,
Herrn Prof. Dr. Dr. W. Ketterl für die Überlassung
des interessanten Themas und die freundliche Unter-
stützung zu danken.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. Scheidt für seine
freundliche Hilfe bei der statistischen Auswertung.

